

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕТАЛЛ—ДИЭЛЕКТРИК—МЕТАЛЛ КАК ИСТОЧНИКА ТОКА С ВЫСОКИМ ВНУТРЕННИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

С. А. ЗАЙДМАН

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института
электронной микроскопии)

При изучении температурной зависимости электропроводности системы металл—диэлектрик—металл (МДМ) и металл—высокоомный полупроводник—металл (МВПМ) было замечено появление тока в замкнутой цепи образец — измерительный прибор при отсутствии внешнего питающего напряжения. Измерения проводились на диэлектриках (бромистый натрий, хлористый натрий), полупроводящих стеклах, сернистом кадмии и некоторых органических полупроводниках.

Образец помещался в экранированный замкнутый объем и подвергался нагреву. Результаты эксперимента показали, что для всех исследуемых образцов величина тока, начиная с некоторой температуры, резко возрастает. Температура, при которой начинается интенсивный рост тока, определяется природой исследуемого образца. Причем, чем выше удельное сопротивление образца $10^{14} \div 10^{16}$ ом·см, тем в область более высоких температур смещается наблюдаемое явление. Так, для стекла ток резко возрастает при температуре 60°C , а для хлористого натрия при $150 \div 180^\circ\text{C}$ (рис. 1). Для образцов из стекла с удельным сопротивлением $10^8 \div 10^{10}$ ом·см можно зафиксировать ток при комнатной температуре. В этом случае величина тока зависит от толщины промежуточного слоя диэлектрика или полупроводника и увеличивается с уменьшением последнего.

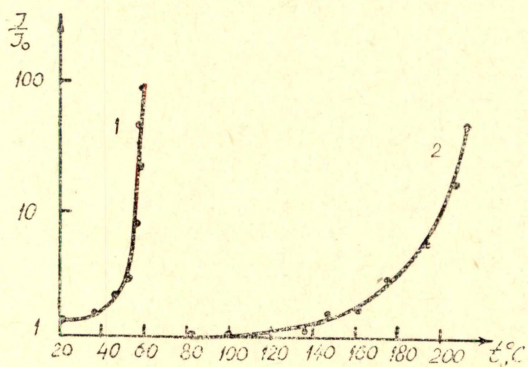
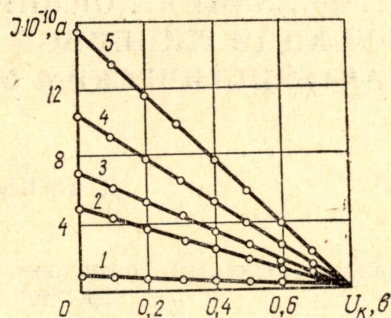


Рис. 1. Зависимость тока от температуры: 1) Ag — стекло — Al, 2) Ag — кристалл NaCl.

Полная компенсация наблюдаемого тока наступает при внешнем напряжении $0,5 \div 1,5$ в источника питания. Величина компенсирующего напряжения, определяющая ЭДС на металлических электродах, зависит от сопротивления промежуточного слоя и МДМ и МВПМ структур

и почти не изменяется с ростом температуры (рис. 2). Результаты, представленные на рис. 2, получены на монокристаллах NaCl, на противоположные грани которых нанесены термическим напылением металлические электроды. Анализируя кривые, можно утверждать, что с ростом температуры уменьшается внутреннее сопротивление образцов. Наблюдается четкая повторяемость результатов при многократных температурных испытаниях.

Рис. 2. Зависимость тока источника от компенсирующего напряжения для образцов:
1 — 100° С; 2 — 140° С;
3 — 148° С; 4 — 155° С;
5 — 162° С.



Длительное существование наблюдаемого тока при комнатной температуре вызывает интерес с точки зрения природы его появления. Можно предположить, что мы имеем дело с электретной структурой [1]. Однако при нагреве электрет теряет свою внутреннюю поляризацию и поверхностный заряд и, начиная с определенной температуры термического распада, процесс резко интенсифицируется, величина тока уменьшается, что находится в прямом противоречии с полученными результатами. Кроме того, поверхностная плотность заряда электрета падает до нуля с увеличением влажности, в то время как наблюдаемый ток резко возрастает при наличии влаги. Возможно имеют место два явления: при комнатной температуре ток вызван химической реакцией, а с ростом температуры возникает термоэдс за счет возможного градиента температур вдоль образца. Однако экспериментальная проверка показала, что даже при специально созданном градиенте температур 100° С вдоль образца из стекла, величина тока на два порядка меньше, чем при той же температуре окружающей среды.

По-видимому появление тока в замкнутой цепи МДМ и МВПМ структур может быть вызвано окислительно-восстановительной реакцией за счет кислорода и водорода окружающей среды [2].

Это предположение подтверждается значительным уменьшением тока источника при измерении в вакууме 10⁻⁷ мм рт. ст. Кроме того, при длительном хранении образцов МВПМ из стекла на воздухе металлические электроды теряют свой блеск и изменяется цвет контактирующей поверхности металл—стекло.

При этом следует отметить, что, чем меньше степень ионности связи вещества [3], тем больше величина наблюдаемого тока. Так, при комнатной температуре структура МДМ из кристалла NaCl дает ток 10⁻¹⁴ а, в то время как МВПМ на основе CdS генерирует ток 10⁻¹⁰ а. Все это указывает на сложность наблюдаемого явления и требует дальнейшего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. Я. Мяздриков, В. Е. Манойлов. Электреты. М., Госэнергоиздат, 1962.
2. В. А. Орлов. Малогабаритные источники тока. М., Воениздат, 1965.
3. С. С. Бацанов. Электроотрицательность и эффективные заряды атомов. М., «Знание», 1971.